

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. September 2005 (15.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/085754 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G01B 11/16**,  
11/30, G01D 5/353, G01B 9/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/050055

(22) Internationales Anmeldedatum:  
7. Januar 2005 (07.01.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 010 754.8 5. März 2004 (05.03.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DRABAREK, Pawel**  
[DE/DE]; Parkstr. 16/5, 75233 Tiefenbronn (DE).

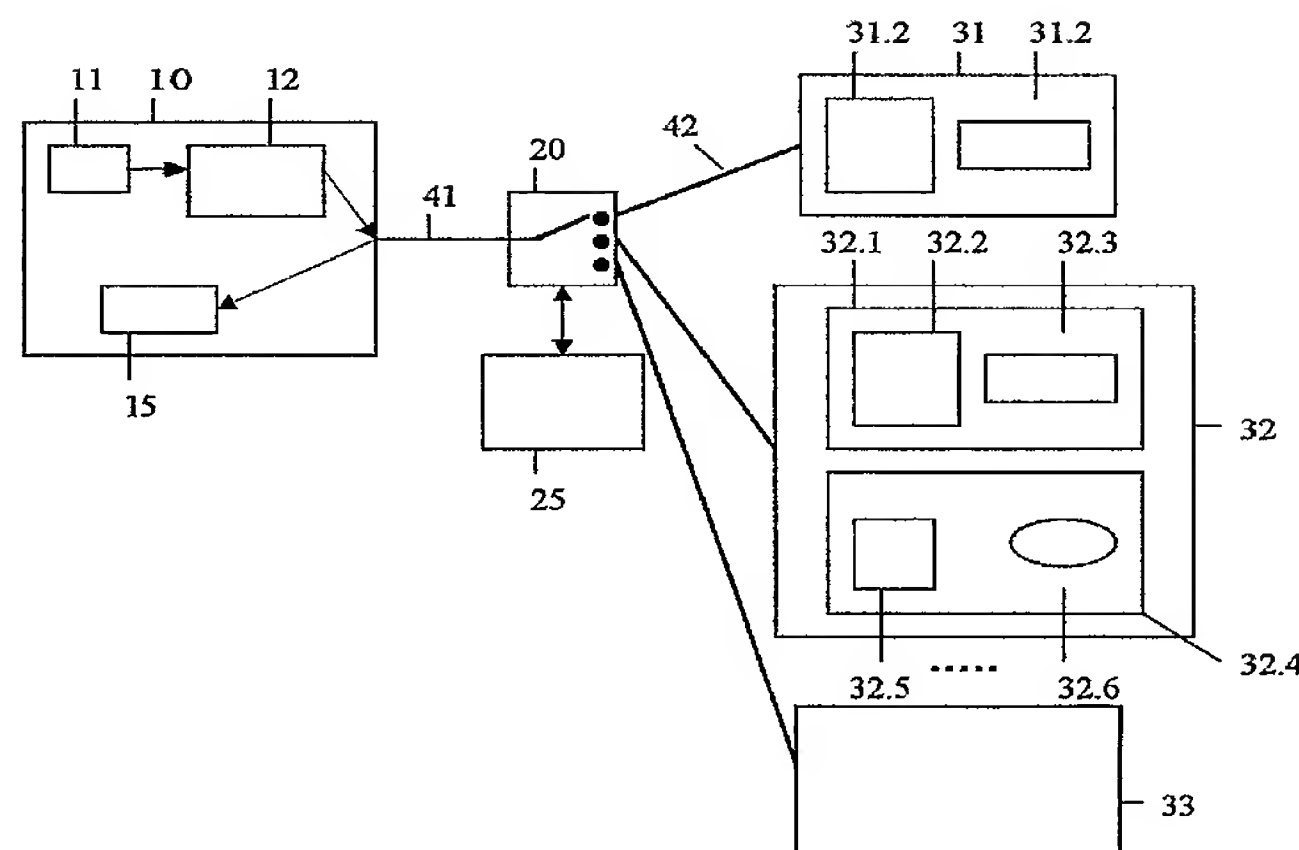
(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**;  
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INTERFEROMETRIC MEASURING ARRANGEMENT

(54) Bezeichnung: INTERFEROMETRISCHE MESSANORDNUNG



(57) Abstract: The invention relates to an interferometric measuring arrangement for measuring, for example, form errors, position, surface properties and oscillations of an object. This arrangement is provided with a transmitting part, which has a modulation interferometer (12) and a radiation source (11) for short-coherent radiation, with a measuring probe arrangement (30), which is connected to said transmitting part for supplying the radiation over a common light path (41), and with a receiving part (15), which is combined with the transmitting part to form a transmitting/receiving unit (10), for evaluating the measured radiation returning from the measuring probe arrangement. A reduced complexity with improved possible uses is achieved by virtue of the fact that the measuring probe arrangement (30) has a number of measuring probes (32.1, 32.4), which are coupled to the same light path (41) via respective optical light paths (42), and that a switching device (20) is placed at a coupling location between the common light path (41) and the respective light paths (24) to the measuring probes (32.1, 32.4), and via this switching device, the different measuring probes (32.1, 32.4) can be individually brought into a bi-directional transmission connection with the transmitting/receiving unit (10) for the radiation supplied by the modulation interferometer (12) on one side and for the measured radiation on the other.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf eine interferometrische Messanordnung zum Messen von z. B. Formabweichungen, Lage, Oberflächeneigenschaften, Schwingungen eines Objektes mit einem ein Modulationsinterferometer (12) und eine Strahlungsquelle (11) für kurzkohärente

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/085754 A1



TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**(84) Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

Strahlung aufweisenden Sendeteil und einer daran zum Zuführen der Strahlung über einen gemeinsamen Lichtweg (41) angeschlossenen Messsondenanordnung (30) und einem mit dem Sendeteil in einer Sende/Empfangseinheit (10) zusammengefassten Empfangsteil (15) für die Auswertung der von der Messsondenanordnung zurückkommenden Messstrahlung. Ein verringerter Aufwand mit verbesserten Einsatzmöglichkeiten wird dadurch erreicht, dass die Messsondenanordnung (30) mehrere Messsonden (32.1, 32.4) aufweist, die über jeweilige optische Lichtwege (42) an den gemeinsamen Lichtweg (41) angekoppelt sind, und dass an einer Koppelstelle zwischen dem gemeinsamen Lichtweg (41) und den jeweiligen Lichtwegen (24) zu den Messsonden (32.1, 32.4) eine Schaltvorrichtung (20) angeordnet ist, über die die verschiedenen Messsonden (32.1, 32.4) individuell mit der Sende-/Empfangseinheit (10) in bidirektionale Übertragungsverbindung für die von dem Modulationsinterferometer (12) zugeführte Strahlung einerseits und die Messstrahlung andererseits bringbar sind.

### **Interferometrische Messanordnung**

Die Erfindung bezieht sich auf eine interferometrische Messanordnung zum Messen von z.B. Formabweichungen, Lage, Oberflächeneigenschaften, Schwingungen, eines Objektes mit einem ein Modulationsinterferometer und eine Strahlungsquelle für kurzkohärente Strahlung aufweisenden Sendeteil und einer daran zum Zuführen der Strahlung über einen gemeinsamen Lichtweg angeschlossenen Messsondenanordnung und einem mit dem Sendeteil in einer Sende-/Empfangseinheit zusammengefassten Empfangsteil für die Auswertung der von der Messsondenanordnung zurückkommenden Messstrahlung.

### **Stand der Technik**

Eine derartige interferometrische Messanordnung ist in der DE 198 08 273 A1 angegeben. Bei dieser bekannten interferometrischen Messanordnung werden die an sich bekannten Verfahren der Heterodyn-Technik und der Zwei-Wellen-längen-Interferometrie unter Nutzung kurzkohärenter Strahlung miteinander kombiniert.

Wie in dieser Druckschrift näher beschrieben, lässt dieser Aufbau der Messvorrichtung u.a. einen Kohärenzmultiplex zu, indem in einem Modulationsinterferometer, dem vorteilhafterweise die aufwändigeren Komponenten der Messanordnung zugeordnet sind, über die verschiedenen Interferometerarme unterschiedliche Lichtweglängen eingeprägt werden, die größer sind als die Kohärenzlänge des sie durchlaufenden Lichts und die anschließend in einem Messabschnitt mit einer optischen Sondenanordnung und auf die Objektoberfläche ausgerichteten Sondenausgängen wieder ausgeglichen werden. Auf diese Weise werden die nur innerhalb der Kohärenzlänge auftretenden Interferenzerscheinungen erhalten werden und die Messungen an der Objektoberfläche anhand der Phasendifferenzen in der angeschlossenen Auswerteeinrichtung ermöglicht, die in einer Baueinheit zusammen mit dem Modulationsinterferometer angeordnet ist. Auch können die für die Mehr-Wellenlängen-Interferometrie erforderlichen einzelnen Wellenlängen mittels einer Strahlzerlegungs- und Strahlempfangseinheit aus dem (relativ) breitbandigen Strahlungsspektrum leicht geeignet herausgegriffen werden, so dass auch der Eindeutigkeitsbereich der Abstands- und Rauigkeitsmessung oder anderer Oberflächeneigenschaften durch Bilden einer oder mehrerer synthetischer Wellenlängen in an sich bekannter Weise gegenüber den einzelnen Wellenlängen vergrößert werden kann. Auch weitere Vorteile des Aufbaus einer optischen Messvorrichtung mit einem kurzkohärenten Zwei- oder Mehr-Wellenlängen-Heterodyn-Interferometer sind in dieser Druckschrift genannt. Dieser Aufbau ergibt wegen der Trennung in die Sende-/Empfangseinheit mit dem Modulationsinterferometer und dem Empfangsteil bzw. der Auswerteeinrichtung eine bedienerfreundliche, robuste Anordnung, da die aufwändigere Sende-/Empfangseinheit räumlich getrennt ist von der Messsondenanordnung, die einen relativ einfachen Aufbau aufweisen kann und der eine einfache Handhabbarkeit ermöglicht. Zudem liegt ein Vorteil dieser bekannten interferometrischen Messanordnung darin, dass neben der für die Oberflächenmessung vorgesehenen

Messsonde eine Bezugssonde vorhanden ist, die über eine weitere Lichtleitfaseranordnung mit dem Modulationsinterferometer verbunden ist und mit der die Ausrichtung oder auch Bewegungen eines das Messobjekt aufnehmenden Drehtisches erfasst werden können. Insgesamt handelt es sich bei einer derartigen interferometrischen Messanordnung um eine vom Aufbau und den Kosten her aufwändige Apparatur.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine interferometrische Messanordnung der eingangs genannten Art bereitzustellen, mit der ein verringerter Aufwand erzielbar ist.

#### Vorteile der Erfindung

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Hierbei ist vorgesehen, dass die Messsondenanordnung mehrere Messsonden aufweist, die über jeweilige optische Lichtwege an den gemeinsamen Lichtweg angekoppelt sind, und dass an einer Koppelstelle zwischen dem gemeinsamen Lichtweg und den jeweiligen Lichtwegen zu den Messsonden eine Schaltvorrichtung angeordnet ist, über die die verschiedenen Messsonden individuell mit der Sende-/Empfangseinheit in bidirektionale Übertragungsverbindung für die von dem Modulationsinterferometer zugeführte Strahlung einerseits und die Messstrahlung andererseits bringbar sind.

Mit diesen Maßnahmen wird eine Mehrfachnutzung der relativ aufwändig aufgebauten Sende-/Empfangseinheit erreicht, die auch eine stabile, zentrale Unterbringung und Wartung mit den erforderlichen Einstellarbeiten ermöglicht, während die Messsonden z.B. in verschiedenen Messstationen eines Fertigungsprozesses an geeigneten Stellen positioniert werden können.

Eine für die Handhabung und zuverlässige Messergebnisse günstige Ausgestaltung wird dadurch erzielt, dass der gemeinsame Lichtweg und/oder die jeweiligen Lichtwege monomode Lichtleitfasern umfassen.

Verschiedene vorteilhafte Ausbildungen bestehen darin, dass die Schaltvorrichtung manuell oder automatisch umschaltbare Verstellelemente aufweist. Unterschiedliche Ausführungen werden dadurch erhalten, dass zum Umschalten elektrisch, pneumatisch, hydraulisch oder magnetisch betriebene Betätigungselemente vorhanden sind.

Für eine Automatisierung sind weiterhin die Maßnahmen vorteilhaft, dass die Schaltvorrichtung über eine Steuereinrichtung angesteuert ist, an die zur Zuordnung der Ergebnisse zu den jeweiligen Messsonden und gegebenenfalls gesonderte Auswertungen auch die Sende-/Empfangseinheit angeschlossen ist. Die Steuereinrichtung kann z.B. der Empfangseinheit zugeordnet sein. Mit diesen Maßnahmen lassen sich z.B. die Messungen in einem Fertigungsprozess automatisch synchronisieren bzw. aufeinander abstimmen und in eine Fertigungssteuerung integrieren.

Verschiedene Anordnungsmöglichkeiten bestehen ferner darin, dass die Messsonden individuell einer zu vermessenden Oberfläche zugeordnet oder zuordenbar sind, einzelne Messkanäle einer Sondeneinheit bilden, zu Gruppen in einer oder mehreren Messstationen angeordnet sind, in einem übergeordneten Messgeräteverbund angeordnet sind oder in einer Kombination derartiger Anordnungen eingebracht sind. Auch können die Messsonden leicht umpositioniert oder gegen andere ausgetauscht werden, wobei einheitliche Adaptereinheiten für die Messköpfe der



Sonden vorgesehen sein können. In der Steuereinrichtung können diese dann gesondert ausgewertet werden, wobei auch eine automatische Kennung der verwendeten Messköpfe vorgesehen sein kann.

#### Zeichnung

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer interferometrischen Messanordnung mit einer Sende-/Empfangseinheit und mehreren angeschlossenen Messstationen in Blockdarstellung und

Fig. 2 eine nähere Ausgestaltungsmöglichkeit der Messanordnung nach Fig. 1 in Blockdarstellung.

#### Ausführungsbeispiel

Eine in Fig. 1 dargestellte interferometrische Messanordnung zum Messen von Oberflächeneigenschaften eines Objektes, wie z.B. Rauigkeit, Rundheit oder auch Schwingungen weist eine Sende-/Empfangseinheit 10 und mehrere daran angeschlossene Messstationen 31, 32, 33, 34 einer Messanordnung 30 auf, die über einen gemeinsamen Lichtweg 40, eine daran angeschlossene Schaltvorrichtung 20 und jeweilige zu den Messstationen 31, 32, 33, 34 führende Lichtwege 42 an die Sende- und Empfangseinheit 10 optisch angeschlossen sind. Außerdem stehen die Sende-/Empfangseinheit 10 und die Messstationen 31, 32, 33, 34 über jeweilige elektrische Verbindungen miteinander in Verbindung. Der gemeinsame Lichtweg 40 sowie die zu den Messstationen 31, 32, 33, 34 führenden jeweiligen Lichtwege 42 sind vorteilhaft mittels insbesondere monomoder Lichtleitfasern 41 bzw. 42 ausgebildet.

Wie Fig. 2 zeigt, sind in der Sende-/Empfangseinheit 10 sowohl Komponenten des Sendeteils, nämlich eine Strahlungserzeugungseinheit bzw. Strahlungsquelle 11 für kurzkohärente breitbandige Strahlung, und ein ihr nachgeordnetes Modulations-Interferometer 12 sowie Komponenten eines Empfangsteils 15, wie photoelektrische Empfängererelemente und eine deren Signale aufnehmende und weiterverarbeitende Auswerteeinrichtung angeordnet. In den Armen des Modulations-Interferometers 12 wird eine Lichtwegdifferenz erzeugt, die größer ist als die Kohärenzlänge der Strahlung. Diese optische Wegdifferenz wird in den Messstationen 31, 32, 33, 34, und zwar in den darin angeordneten Messsonden 32.1, 32.4 aufgehoben, so dass nachfolgend entsprechend den Abständen der erfassten Oberflächenstellen Interferenzen auftreten, wie in der eingangs genannten Druckschrift DE 198 08 273 A1 näher erläutert. Die sich aus den Interferenzen ergebenden Informationen werden in dem Empfangsteil 15 ausgewertet, wobei aus der breitbandigen Strahlung z.B. zwei verschiedene Wellenlängen zum Bilden einer synthetischen Wellenlänge herausgegriffen werden können, wie in der genannten Druckschrift ebenfalls näher erläutert. In den Messsonden der Messstationen 31, 32, 33, 34 sind in an sich bekannter Weise jeweilige Interferometererteile 31.1, 32.2, 32.5 mit einem Referenzarm und einem Messarm sowie auf die zu vermessende Oberfläche gerichtete Messabschnitte 31.2, 32.3, 32.6 angeordnet, die entsprechend den zu erfassenden Oberflächenkonturen, wie z.B. in einer engen Bohrung, ausgebildet sind. Die gemessenen Oberflächeneigenschaften werden vorteilhaft z.B. heterodyn-interferometrisch ausgewertet, wobei die Information in der Phasenverschiebung der erfassten Strahlung enthalten ist.



Mehrere Messsonden 32.1, 32.4 können in einer Messstation 32 untergebracht sein oder aber einzeln in einer komplexen Messanordnung an geeigneter Stelle positioniert sein, wie z.B. im Zusammenhang mit der ersten Messstation 31. Auch können mehrere Messkanäle einer Sonde, mit der z.B. unterschiedliche Abstände einer Oberfläche erfasst werden können, über die jeweiligen Lichtwege bzw. Lichtleitfasern 42 an die Schaltvorrichtung 20 angeschlossen sein.

Die Schaltvorrichtung kann im einfachsten Falle manuell zu betätigende oder automatisch umschaltbare Verstellelemente, wie z.B. verschiebbare oder drehbare Spiegel oder andere geeignete optische Koppellemente, aufweisen. Die Umschaltung kann dabei z.B. elektrisch, pneumatisch, hydraulisch oder magnetisch mittels entsprechend ansteuerbarer Betätigungselemente vorgenommen werden. Die Steuerung erfolgt bei der automatischen Umschaltung vorteilhaft mittels einer Steuereinrichtung 25, die auch mit dem Empfangsteil 15 kombiniert sein kann und z.B. auch in der Sende-/Empfangseinheit 10 untergebracht ist. Die Auswertung kann dabei in Abstimmung auf die mittels der Schaltvorrichtung 20 gewählten Messsonde vorgenommen werden, wobei die Signale der verschiedenen Messsonden auch unterschiedlich ausgewertet werden können, z.B. durch jeweils zugeordnete Unterprogramme. Ferner kann die Steuereinrichtung 25 und/oder die Auswerteeinrichtung des Empfangsteils 15 in eine übergeordnete Fertigungssteuerung eingebunden sein, um während eines Fertigungsvorganges bestimmte Fertigungsschritte zu überprüfen. Hierbei erfolgt eine Koordination bzw. Synchronisation der Auswertung der Messergebnisse mit dem Fertigungsprozess über die Fertigungssteuerung.

Die einzelnen Messsonden, beispielsweise 32.1, 32.4 oder die in den weiteren Messstationen 31, 33 bzw. 34 enthaltenen Messsonden können z.B. mit austauschbaren Köpfen versehen sein, die an jeweilige Messaufgaben angepasst sind und auch einen einfachen Austausch bei Ausfall eines Messabschnittes zulassen. Zum einfachen Austausch können geeignete Adapter vorgesehen werden. Ferner ist es möglich, die Steuereinrichtung 25 oder die Auswerteeinrichtung des Empfangsteils 15 z.B. im Zusammenhang mit den elektrischen Verbindungen 50 sowie den Messsonden der Messstationen 31, 32, 33, 34 so auszubilden, dass eine automatische Zuordnung und Erkennung der Messsignale bei der Auswertung erfolgt.

Die Verstellelemente der Schaltvorrichtung 20 zum Herstellen der optischen Verbindung zwischen dem gemeinsamen Lichtweg 40 und den jeweiligen Lichtwegen 42 kann außer mittels diskreter optischer Elemente, wie z.B. Spiegel oder Prismen oder dgl., alternativ auch mittels integrierter optischer Elemente erfolgen, die keine mechanische Verstellung, sondern lediglich eine z.B. elektrische Ansteuerung erfordern.

Mit den erfindungsgemäßen Maßnahmen kann die Sende-/Empfangseinheit 10 gemeinsam für eine Vielzahl von Messsonden bzw. Messstationen 31, 32, 33, 34 verwendet und entfernt von diesen aufgestellt werden. Die Sende-/Empfangseinheit 10 kann an zentraler Stelle eingestellt bzw. justiert und gesteuert oder überwacht werden, wobei über entsprechende Datenleitungen auch entfernte Überwachungs- und Steuerungsmöglichkeiten geboten sind. Die relativ einfachen, kostengünstig aufbaubaren Messsonden können entsprechend einfach der jeweiligen Funktion angepasst werden.

## Ansprüche

1. Interferometrische Messanordnung zum Messen von z.B. Formabweichungen, Lage, Oberflächeneigenschaften, Schwingungen eines Objektes mit einem ein Modulationsinterferometer (12) und eine Strahlungsquelle (11) für kurzkohärente Strahlung aufweisenden Sendeteil und einer daran zum Zuführen der Strahlung über einen gemeinsamen Lichtweg (41) angeschlossenen Messsondenanordnung (30) und einem mit dem Sendeteil in einer Sende-/Empfangseinheit (10) zusammengefassten Empfangsteil (15) für die Auswertung der von der Messsondenanordnung zurückkommenden Messstrahlung, dadurch gekennzeichnet, dass die Messsondenanordnung (30) mehrere Messsonden (32.1, 32.4) aufweist, die über jeweilige optische Lichtwege (42) an den gemeinsamen Lichtweg (41) angekoppelt sind, und dass an einer Koppelstelle zwischen dem gemeinsamen Lichtweg (41) und den jeweiligen Lichtwegen (24) zu den Messsonden (32.1, 32.4) eine Schaltvorrichtung (20) angeordnet ist, über die die verschiedenen Messsonden (32.1, 32.4) individuell mit der Sende-/Empfangseinheit (10) in bidirektionale Übertragungsverbindung für die von dem Modulationsinter-

ferometer (12) zugeführte Strahlung einerseits und die Messstrahlung andererseits bringbar sind.

2. Anordnung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der gemeinsame Lichtweg (41) und/oder die jeweiligen Lichtwege (42) monomode Lichtleitfasern umfassen.
3. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Schaltvorrichtung (20) manuell oder automatisch umschaltbare Verstellelemente aufweist.
4. Anordnung nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zum Umschalten elektrisch, pneumatisch, hydraulisch oder magnetisch betriebene Betätigungselemente vorhanden sind.
5. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Schaltvorrichtung (20) über eine Steuereinrichtung (25) angesteuert ist, an die zur Zuordnung der Ergebnisse zu den jeweiligen Messsonden (32.1, 32.4) und gegebenenfalls gesonderte Auswertungen auch die Sende-/Empfangseinheit (10) angeschlossen ist.

6. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messsonden (32.1, 32.4) individuell einer zu vermessenden Oberfläche zugeordnet oder zuordenbar sind, einzelne Messkanäle einer Sondeneinheit bilden, zu Gruppen in einer oder mehreren Messstationen (31, 32, 33, 34 ...) angeordnet sind, in einem übergeordneten Messgeräteverbund angeordnet sind oder in einer Kombination derartiger Anordnungen eingebracht sind.
7. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie in ein Steuerungskonzept eines Fertigungs- und/oder Prüfprozesses eingebunden ist.

1/1

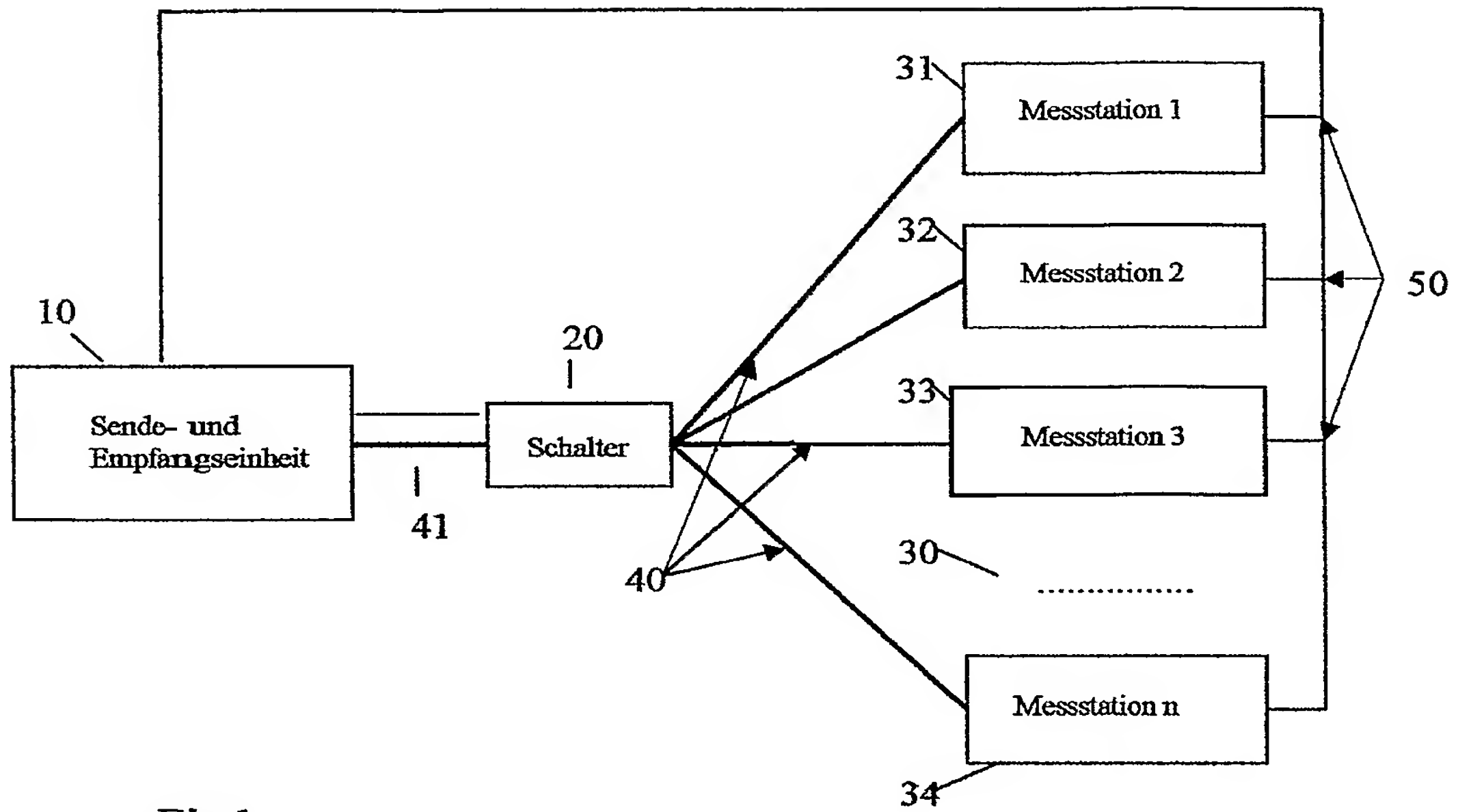


Fig. 1

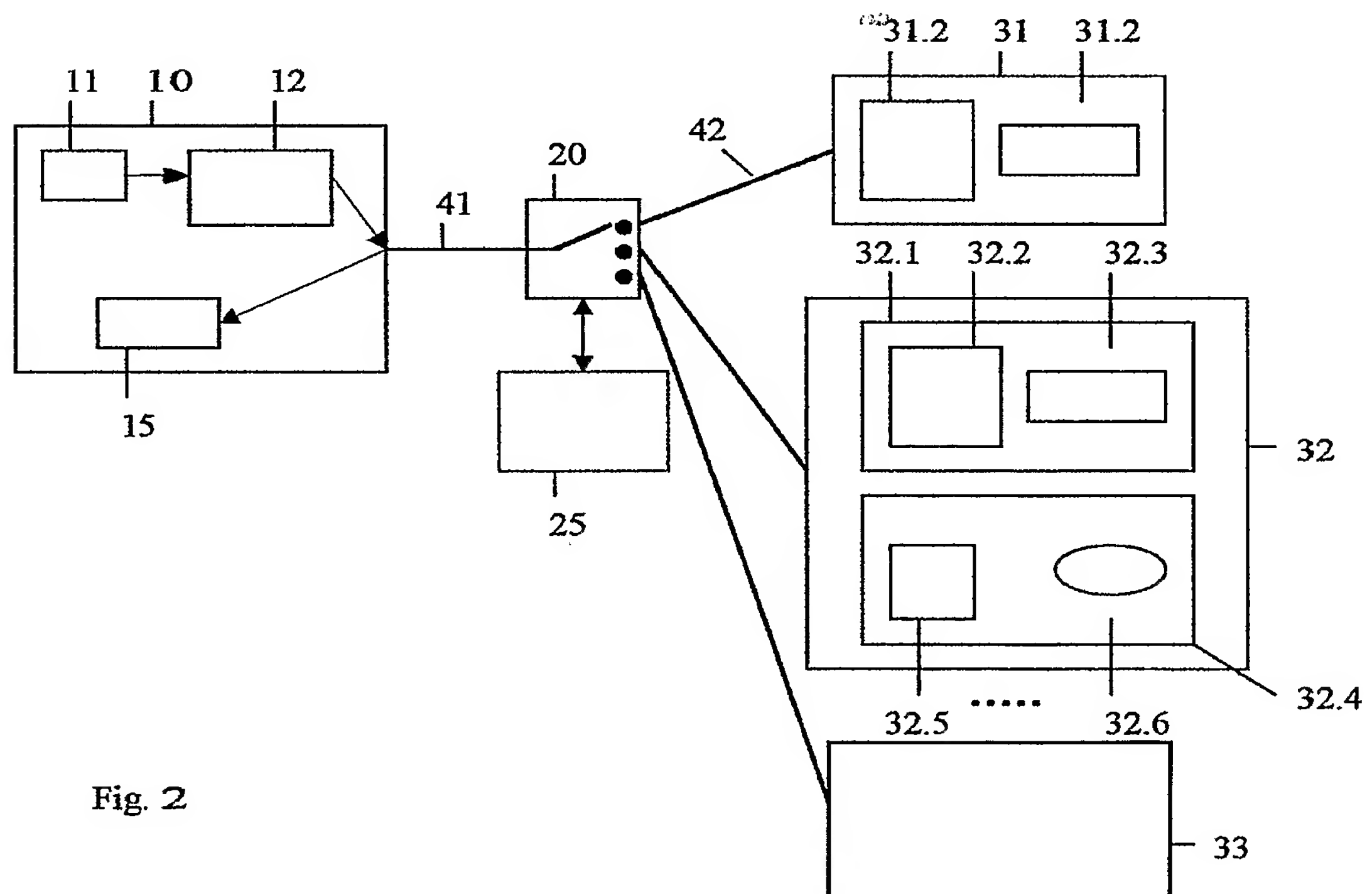


Fig. 2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/050055

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G01B11/16 G01B11/30 G01D5/353 G01B9/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G01B G01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 198 08 273 A (ROBERT BOSCH GMBH) 9 September 1999 (1999-09-09) cited in the application column 3, line 47 - column 5, line 37 abstract; figure	1-7
A	US 5 442 720 A (SHAW ET AL) 15 August 1995 (1995-08-15) column 1, line 11 - line 16 column 3, line 36 - column 4, line 5 column 10, line 24 - line 31 column 10, line 61 - line 63 abstract; figure 1	1-7
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 March 2005

Date of mailing of the international search report

14/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Passier, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/050055

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US 5 011 262 A (LAYTON ET AL)  30 April 1991 (1991-04-30)  column 3, line 7 - line 10  column 4, line 43 - line 46  column 6, line 33 - line 60  abstract; claim 1; figures 1,2,5  -----</p>	1-7
A	<p>US 4 770 535 A (KIM ET AL)  13 September 1988 (1988-09-13)  column 13, line 56 - column 15, line 10  column 21, line 45 - column 22, line 15  abstract; figures 4,8  -----</p>	1-7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/050055

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19808273	A	09-09-1999	DE 19808273 A1	09-09-1999
			WO 9944009 A1	02-09-1999
			DE 59903540 D1	09-01-2003
			EP 1058812 A1	13-12-2000
			JP 2002505414 T	19-02-2002
			US 6724485 B1	20-04-2004
US 5442720	A	15-08-1995	US 5297224 A	22-03-1994
			AU 4473193 A	17-02-1994
			CA 2103608 A1	15-02-1994
			DE 69311653 D1	24-07-1997
			DE 69311653 T2	02-10-1997
			EP 0585013 A1	02-03-1994
			JP 3204814 B2	04-09-2001
			JP 6160168 A	07-06-1994
US 5011262	A	30-04-1991	CA 2029452 A1	17-10-1991
			CA 2039597 A1	17-10-1991
			GB 2244807 A , B	11-12-1991
US 4770535	A	13-09-1988	US 4697926 A	06-10-1987
			CA 1296919 C	10-03-1992
			DE 3785394 D1	19-05-1993
			DE 3785394 T2	28-10-1993
			EP 0251632 A2	07-01-1988
			JP 1105122 A	21-04-1989
			JP 2578601 B2	05-02-1997
			AU 5270986 A	14-08-1986
			CA 1266786 A1	20-03-1990
			EP 0191589 A2	20-08-1986
			JP 61204520 A	10-09-1986
			KR 9410057 B1	21-10-1994
			NO 860431 A	11-08-1986

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/050055

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G01B11/16 G01B11/30 G01D5/353 G01B9/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
IPK 7 G01B G01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 198 08 273 A (ROBERT BOSCH GMBH) 9. September 1999 (1999-09-09) in der Anmeldung erwähnt Spalte 3, Zeile 47 - Spalte 5, Zeile 37 Zusammenfassung; Abbildung -----	1-7
A	US 5 442 720 A (SHAW ET AL) 15. August 1995 (1995-08-15) Spalte 1, Zeile 11 - Zeile 16 Spalte 3, Zeile 36 - Spalte 4, Zeile 5 Spalte 10, Zeile 24 - Zeile 31 Spalte 10, Zeile 61 - Zeile 63 Zusammenfassung; Abbildung 1 ----- -/--	1-7



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

3. März 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

14/03/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Passier, M

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/050055

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>US 5 011 262 A (LAYTON ET AL)  30. April 1991 (1991-04-30)  Spalte 3, Zeile 7 - Zeile 10  Spalte 4, Zeile 43 - Zeile 46  Spalte 6, Zeile 33 - Zeile 60  Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildungen 1,2,5</p> <p>-----</p>	1-7
A	<p>US 4 770 535 A (KIM ET AL)  13. September 1988 (1988-09-13)  Spalte 13, Zeile 56 - Spalte 15, Zeile 10  Spalte 21, Zeile 45 - Spalte 22, Zeile 15  Zusammenfassung; Abbildungen 4,8</p> <p>-----</p>	1-7

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050055

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19808273 A	09-09-1999	DE 19808273 A1	09-09-1999
		WO 9944009 A1	02-09-1999
		DE 59903540 D1	09-01-2003
		EP 1058812 A1	13-12-2000
		JP 2002505414 T	19-02-2002
		US 6724485 B1	20-04-2004
US 5442720 A	15-08-1995	US 5297224 A	22-03-1994
		AU 4473193 A	17-02-1994
		CA 2103608 A1	15-02-1994
		DE 69311653 D1	24-07-1997
		DE 69311653 T2	02-10-1997
		EP 0585013 A1	02-03-1994
		JP 3204814 B2	04-09-2001
		JP 6160168 A	07-06-1994
US 5011262 A	30-04-1991	CA 2029452 A1	17-10-1991
		CA 2039597 A1	17-10-1991
		GB 2244807 A , B	11-12-1991
US 4770535 A	13-09-1988	US 4697926 A	06-10-1987
		CA 1296919 C	10-03-1992
		DE 3785394 D1	19-05-1993
		DE 3785394 T2	28-10-1993
		EP 0251632 A2	07-01-1988
		JP 1105122 A	21-04-1989
		JP 2578601 B2	05-02-1997
		AU 5270986 A	14-08-1986
		CA 1266786 A1	20-03-1990
		EP 0191589 A2	20-08-1986
		JP 61204520 A	10-09-1986
		KR 9410057 B1	21-10-1994
		NO 860431 A	11-08-1986